

## 表面凹凸の周期の違いが指先の粗さ感覚に及ぼす影響

## Influence of the difference of Surface pitch on roughness sensation

犬塚 智哉 (Tomoya Inuzuka) 指導：藤本 浩志

**1. 序論** ヒトの指先におけるテクスチャ感覚に関する研究は過去にも盛んに行われているが、特に指先で接触対象物の粗さを検出する際には表面の凹凸形状の空間的な周期に影響されることが報告されている。そこで本研究では、指先を通過する表面の凹凸の周期の変化を利用した、架空の粗さ感覚の呈示方法を検討すると共に、指先の粗さ感覚特性を明らかにすることを目的とした。

**2. 粗さ感覚呈示装置の製作と感覚評価実験** 指先のなぞり動作に追従して呈示刺激面の可能な粗さ感覚呈示装置製作した。粗さ感覚呈示装置は制御用PLCによってガイドレール上の呈示刺激面が任意の直線運動が出来る機構と、ガイドレールと平行に設置したリニアガイド上に手掌部台を取付けた機構によって構成される。手掌部台の位置情報はリニアエンコーダによってリアルタイムでフィードバックされ、呈示刺激面の追従動作に利用可能である。これらの装置を応用し、手掌部台の移動に対して呈示刺激面が追従して移動が可能な装置を製作した。

作製した粗さ感覚呈示装置に対する粗さ感覚特性を評価するために、Scheffeの「対比較法」による実験を行った。実験中は指を動かす速度に対して呈示刺激面を任意の速度比で動かす条件を設けた。具体的には、接触面における指先の動きと呈示刺激面の動きの相対速度比（以下、相対速度比）を1/3, 1/2, 1, 2, 3の5条件で設定した。ここで相対速度比1は呈示刺激面が動かない条件である。また、呈示刺激面には番手の異なるサンドペーパーを用いた。条件間での粒子の間隔を等しくするために、番手の値の平方根が等間隔となる#400, #600, #800の3条件を実験条件として選定した。サンドペーパーの番手3条件と相対速度比5条件を組み合わせた15条件を呈示刺激とした。被験者に代わって15歳の学生15名（男性8名、女性7名、平均年齢21.75歳）の協力を得た。被験者は手掌部台を握ったままの状態ですべての呈示刺激面を触れさせ左から右に自然な速度でなぞらせた。1試行につき、なぞり動作は左右のストッパー間で片道一度だけとした。2つの呈示刺激を順になぞらせ、先になぞった呈示刺激と比較して後になぞった呈示刺激を「明らかに細かい（-2）」「少し細かい（-1）」「同じ（0）」「少し粗い（+1）」「明らかに粗い（+2）」の等間隔の5階で評価させ、呈示刺

激ごとの粗さ感覚のスコアを収集した。15種類の呈示刺激の組み合わせのうち、同じ呈示刺激同士の組み合わせを除いた全210試行をランダム順に呈示した。なお、本研究は本学倫理審査委員会の承認を得て行った。

**3. 結果及び考察** 粗さ感覚のスコアを「対比較法」の比較判断の法則に則って尺度値化し、相対速度比が粗さ感覚に及ぼした影響を番手ごとに確認するため相対速度比1の条件とその他の速度比条件との間で有意検定を行った。その結果、番手が#800と#600の場合には、相対速度比が大きい2及び3の条件で粗さ感覚が増加する傾向が見られた（それぞれ $p>0.01$ ,  $0.05$ ）。これは指先と接触面の相対速度比が増加することで単位時間あたりに指先を通過する粒子の数が多くなったためだと考えられる。一方で相対速度比が小さい条件下での粗さ感覚の減少は顕著でなかった。これは粒子が小さくかつ指先を通過する粒子の数が少ないため、刺激が変化しにくかったためだと考えられる。また、番手が#400の場合には、相対速度比が小さい1/2の条件で粗さ感覚が減少する傾向が見られた（ $p<0.01$ ）。これは相対速度比が減少することで、単位時間あたりに指先を通過する粒子の数が少なくなったためだと考えられる。一方で相対速度比が大きくなる条件下での粗さ感覚の増加は顕著に見られなかった。これは粒子が大きいため一つの粒子による刺激が大きいため周期が狭くなったことによる刺激の変化が生じ難かったからだと考えられる。

**4. 結論** 本研究では、ヒトの指先への架空の粗さ感覚呈示を目指した装置の製作及び「対比較法」による粗さ感覚の評価実験を行った。製作した装置を用いて「対比較法」による心理物理実験を行った結果、番手が大きい条件では指先の動きと呈示刺激面の相対速度比が大きいほど粗さ感覚が増加し、番手が小さい条件では相対速度比が小さい場合に粗さ感覚が低下する傾向が見られた。この結果により、指の動きと接触面の動きの相対速度比を利用して、架空の粗さ感覚を呈示出来る可能性が示された。本研究によって得られた知見はヒトの皮膚感覚特性を利用したテクスチャ感覚呈示装置の開発に寄与する基礎データとなることが期待される。